

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Stefan Fliss                      Art Unit : Unknown  
Serial No. : New Application                  Examiner : Unknown  
Filed : September 12, 2003  
Title : APPARATUS FOR MONITORING THE FUNCTIONALITY OF AN OPTICAL ELEMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 USC §119

Applicant hereby confirms his claim of priority under 35 USC §119 from the following application(s):

European Application No. 02 020 369.1 filed September 12, 2002.

A certified copy of each application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges or credits to Deposit Account No. 06-1050.

Respectfully submitted,

Date: 11/1/03

Mark R.W. Bellermaññ  
Reg. No. 47,419

**Fish & Richardson P.C.**  
1425 K Street, N.W.  
11th Floor  
Washington, DC 20005-3500  
Telephone: (202) 783-5070  
Facsimile: (202) 783-2331





**Europäisches  
Patentamt**

**Eur pean  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

**Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°**

**02020369.1**

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**





Anmeldung Nr:  
Application no.: 02020369.1  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 12.09.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

TRUMPF LASERTECHNIK GmbH  
Johann-Maus-Strasse 2  
D-71254 Ditzingen  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Vorrichtung zur Überwachung der Funktionalität eines optischen Elements

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

B23K26/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR



25163 Rk/nu  
09.09.2002

5

Anmelder:

Trumpf Lasertechnik GmbH  
Johann-Maus-Str. 2  
10 D-71254 Ditzingen

Vertreter:

15

Kohler Schmid + Partner  
Patentanwälte GbR  
Ruppmannstr. 27  
D-70565 Stuttgart

20

25

Vorrichtung zur Überwachung der Funktionalität eines optischen Elements

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung der Funktionalität eines  
30 optischen Elements sowie einen Laser mit einer solchen Überwachungsvorrichtung.

Ein auf ein optisches Element, z.B. einen Auskoppelspiegel eines Laserresonators,  
treffender Laserstrahl wird nicht ausschließlich reflektiert oder transmittiert, sondern  
ein geringer Teil wird auch absorbiert. Eine Verschmutzung des optischen Elements

führt zu einer verstärkten Absorption des Laserstrahls und damit zu einer Erwärmung des optischen Elements, die bei den heute üblichen hohen Laserleistungen bis hin zur Verdampfung des betreffenden optischen Elements gehen kann. Die dabei entstehenden Dämpfe sind gesundheitsschädlich und verunreinigen die Umgebung, etwa den Laserresonator. Ein Sprung bzw. Riss im Auskoppelspiegel mit resultierendem Vakuumleck des Laserresonators kann zur völligen Zerstörung des Lasers führen.

Aus der DE 198 39 930 C1 ist es bereits bekannt, zur Überwachung eines Schutzglases eine zusätzliche Lichtquelle einzusetzen. Die Strahlung der Lichtquelle wird auf der einen Seite des Schutzglases eingekoppelt und die Intensität der auf der anderen, gegenüberliegenden Seite des Schutzglases ausgekoppelten Strahlung mit einem Detektor gemessen. Innere Materialdefekte des Schutzglases, wie Risse, können durch eine Intensitätsänderung erkannt werden. Diese Überwachungsvorrichtung ist nur für transparente optische Elemente geeignet. Außerdem kann die Oberfläche des optischen Elements nicht getrennt vom übrigen optischen Element auf ihre Funktionalität überwacht werden. Wird die Oberfläche eines optischen Elements auf ihre Funktionalität überwacht, können bereits geringere Schäden am optischen Element entdeckt und schwere Folgeschäden vermieden werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Erkennung von Funktionalitätsänderungen eines optischen Elements zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Überwachungsvorrichtung mit einem Detektor (z.B. Photodiode) und einer Lichtquelle (z.B. Leuchtdiode), deren Strahlung von der dem Detektor und der Lichtquelle zugewandten Oberfläche des optischen Elements auf den Detektor zumindest teilweise reflektiert wird.

Erfindungsgemäß erfasst der Detektor die außen am optischen Element reflektierte Strahlung der Lichtquelle, deren Intensität von der Oberflächenbeschaffenheit des optischen Elements abhängt. So kann das optische Element auf Funktionalitätsänderungen, insbesondere auf Grund von Beschädigungen oder Alterung seiner Oberfläche, überwacht und rechtzeitig ausgetauscht werden. Die Überwachung des optischen Elements kann während des Betriebs (online), d.h. im



Falle eines Lasers bei eingeschalteter Laserstrahlung, oder während einer Bearbeitungspause (offline) erfolgen.

- Die Wellenlänge der Lichtquelle unterscheidet sich in der Regel von der
- 5 Laserwellenlänge, z.B. 10,6  $\mu\text{m}$  für CO<sub>2</sub>-Laser. Sie wird so ausgewählt, dass die zu überwachende Oberfläche des optischen Elements zumindest einen Teil der Strahlung der Lichtquelle reflektiert. Daher ist es möglich, auch für die Laserwellenlänge transparente optische Elemente auf Funktionalität ihrer Oberfläche zu überwachen. Bevorzugt ist das optische Element aus Zink-Selenid (ZnSe),
- 10 Gallium-Arsenid (GaAs) oder Diamant gebildet.

- Bei besonders bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sind die Lichtquelle und der Detektor seitlich zum optischen Element und unter dem gleichen Winkel zur überwachten Oberfläche des optischen Elements, vorzugsweise unter einem Winkel
- 15 von kleiner als 30°, angeordnet.

Vorzugsweise sind die Lichtquelle und der Detektor in einer gemeinsamen Halterung angeordnet, insbesondere in die Optikhalterung des optischen Elements integriert.

- 20 Bevorzugt ist noch eine Einrichtung, z.B. ein Mikroprozessor, zum Vergleichen der jeweils detektierten Lichtintensität mit einer gespeicherten Referenzintensität vorgesehen. Weicht die vom Detektor gemessene Lichtintensität um einen definierten Wert von der gespeicherten Referenzintensität ab, wird eine Fehlermeldung ausgegeben und z.B. der Laser abgeschaltet.

25

Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt auch einen Laser, insbesondere CO<sub>2</sub>-Laser, mit einer für ein optisches Element der Laseroptik vorgesehenen Überwachungsvorrichtung, wie sie oben beschreiben ist.

- 30 Vorzugsweise ist die Überwachungsvorrichtung für den Auskoppelspiegel des Laserresonators vorgesehen, und zwar entweder für die dem Laserresonator zugewandte Innenseite oder die dem Laserresonator abgewandte Außenseite des Auskoppelspiegels.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den Zeichnungen. Ebenso können die vorstehend genannten und die noch weiter aufgeführten Merkmale je für sich oder zu mehreren in beliebigen Kombinationen Verwendung finden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht  
 5 als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Schilderung der Erfindung. Es zeigt:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Überwachung des Auskoppelspiegels eines Laserresonators in einem Längsschnitt; und  
 10

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Überwachungsvorrichtung in einer Darstellung analog zu Fig. 1.

15 Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung 1 dient zum Überwachen der Funktionalität des Auskoppelspiegels 2 eines Lasers. Mittels des teildurchlässigen Auskoppelspiegels 2 wird ein Laserstrahl 3 aus einem Laserresonator 4 in Richtung auf ein zu bearbeitendes Werkstück (nicht gezeigt) ausgekoppelt.

20 Die Überwachungsvorrichtung 1 umfasst eine z.B. als Leuchtdiode ausgebildete Lichtquelle 5 und einen z.B. als Photodiode ausgebildeten Detektor 6, die beide auf der dem Laserresonator 4 zugewandten Seite des Auskoppelspiegels 2 in eine Halterung 7 des Auskoppelspiegels 2 integriert sind. Dabei liegen die Lichtquelle 5 und der Detektor 6 bezüglich des Auskoppelspiegels 2 einander diametral gegenüber  
 25 und sind unter dem gleichen Winkel  $\alpha$  zu der dem Laserresonator 4 zugewandten Spiegelfläche 8 des Auskoppelspiegels 2 und seitlich zum Auskoppelspiegel 2 angeordnet. Die Leucht- und Photodiode bilden gleichzeitig einen Abschluss des resonatorinternen Vakuums gegen die Atmosphäre.

30 Die von der Lichtquelle 5 mit einer Referenzintensität abgestrahlte Strahlung ist mittig auf die Spiegeloberfläche 8 und unter einem solchen Winkel  $\alpha$  von insbesondere kleiner als  $30^\circ$  gerichtet, dass sie von der Spiegeloberfläche 8 auf den gegenüberliegenden Detektor 6 reflektiert wird. Die gemessene Intensität der

reflektierten Strahlung hängt von der Beschaffenheit der Spiegeloberfläche 8 ab und ist daher ein Maß für Beschädigungen und Alterung der Spiegeloberfläche 8. Die gemessene Lichtintensität wird einer Einrichtung 9, z.B. einem Mikroprozessor, zugeführt, um die gemessene Lichtintensität mit einer gespeicherten

- 5 Referenzintensität zu vergleichen. Als Referenzintensität kann z.B. die mit einem neuwertigen Auskoppelspiegel 2 gemessene Lichtintensität verwendet werden. Weicht die vom Detektor 6 gemessene Lichtintensität um einen definierten Wert von der gespeicherten Referenzintensität ab, gibt die Einrichtung 9 eine Fehlermeldung aus und schaltet den Laser ab.

10

Von der Überwachungsvorrichtung 1 unterscheidet sich die in **Fig. 2** gezeigte Überwachungsvorrichtung 10 nur dadurch, dass sie auf der dem Laserresonator 4 abgewandten Seite des Auskoppelspiegels 2 angeordnet ist und daher die andere Oberfläche 11 des Auskoppelspiegels 2 auf Funktionalität überwacht.



Patentansprüche

5

1. Vorrichtung (1) zur Überwachung der Funktionalität eines optischen Elements (2), mit einem Detektor (6) und einer Lichtquelle (5), deren Strahlung von der dem Detektor (6) und der Lichtquelle (5) zugewandten Oberfläche (8; 11) des optischen Elements (2) auf den Detektor (6) zumindest teilweise reflektiert wird.

10

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlung der Lichtquelle (5) mittig auf die überwachte Oberfläche (8; 11) des optischen Elements (2) gerichtet ist.

15

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (5) und/oder der Detektor (6) seitlich zum optischen Element (2) angeordnet ist.

20

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (5) und der Detektor (6) unter dem gleichen Winkel zur überwachten Oberfläche (8; 11) des optischen Elements (2) angeordnet sind.

25

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlung der Lichtquelle (5) unter einem Winkel ( ) von kleiner als 30° auf die überwachte Oberfläche (8; 11) des optischen Elements (2) gerichtet ist.

30

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (5) und der Detektor (6) in eine Halterung (7) des optischen Elements (2) integriert sind.



7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (5) als Leuchtdiode und der Detektor (6) als Photodiode ausgebildet sind.

5 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (9) zum Vergleichen der detektierten Lichtintensität mit einer Referenzintensität und insbesondere zur Abgabe eines Fehler- und/oder Steuersignals bei Abweichung der vom Detektor (6) detektierten Lichtintensität um einen definierten Wert.

10 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Element (2) aus Zink-Selenid (ZnSe), Gallium-Arsenid (GaAs) oder Diamant gebildet ist.

15 10. Laser, insbesondere CO<sub>2</sub>-Laser, mit einer für ein optisches Element (2) der Laseroptik vorgesehenen Überwachungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

20 11. Laser nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die überwachte Oberfläche (8) eine im Laserresonator (4) vorgesehene Spiegeloberfläche, insbesondere die dem Laserresonator (4) zugewandte Innenseite eines Auskoppelspiegels (2), ist.

25 12. Laser nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die überwachte Oberfläche (11) die dem Laserresonator (4) abgewandte Außenseite eines Auskoppelspiegels (2) ist.

30 13. Laser nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungsvorrichtung (1) bei Abweichung der vom Detektor (6) detektierten Lichtintensität um einen definierten Wert ein Fehlersignal ausgibt und/oder den Laser abschaltet.





Zusammenfassung

5

Eine Vorrichtung (1) zur Überwachung der Funktionalität eines optischen Elements (2) umfasst einen Detektor (6) und eine Lichtquelle (5), deren Strahlung von der dem Detektor (6) und der Lichtquelle (5) zugewandten Oberfläche (8) des optischen Elements (2) auf den Detektor (6) zumindest teilweise reflektiert wird. Die gemessene Intensität der reflektierten Strahlung hängt von der Beschaffenheit der Oberfläche (8) ab und ist daher ein Maß für Beschädigungen und Alterung der Oberfläche (8).

15 (Fig. 1)





